

## Estudio ergométrico

Dres. CARLOS A. BRUNO y PEDRO PEREZ MAS

La era verdaderamente reglada de lo que hoy denominamos estudios ergométricos comienza alrededor del año 1950 en que hacen su entrada en clínica aparatos ideados por los fisiólogos, llámanse bicicletas ergométricas o plataformas transportadoras.

Estos equipos, por sus características especiales, permitieron al cardiólogo efectuar ejercicios de alto rendimiento hemodinámico con la finalidad de poner de manifiesto alteraciones cardiovasculares no observables en condiciones de reposo. En otras palabras, colocar al individuo en un verdadero banco de prueba.

A su vez, por medio de las máquinas empleadas, se hizo posible la medición del esfuerzo con cierta aproximación; esto permitió la determinación de la capacidad física de trabajo, comparar un mismo individuo en distintas situaciones clínicas y aún bajo el efecto de diferentes terapéuticas, y, asimismo, el comportamiento de grandes masas de población ya sea por el rendimiento físico o por la aparición de signos o síntomas.

Debemos tener en cuenta algunos conceptos referidos a estos estudios como por ejemplo: la bicicleta ergométrica nos permite medir en watts o kilográmetros/min ( $1 \text{ watt} = 6.1 \text{ kg/min}$ ) la potencia del trabajo desarrollado por el sujeto. La cinta transportadora por su parte nos informa sobre la velocidad de desplazamiento en km/h o velocidad e inclinación de ese desplazamiento (km/h y % de pendiente).

El paciente sometido a ejercicio nos proporciona datos de diferentes características. Por un lado los inherentes al propio ejercicio (variaciones de frecuencia cardíaca y tensión arterial) y por otro los

observados cuando existe enfermedad, como son los cambios del segmento ST del electrocardiograma, arritmias, ruidos agregados patológicos, soplos, dolor, etc.

La determinación de la tensión arterial se hace intraesfuerzo con el método auscultatorio convencional con el manómetro de mercurio o aneroide.

Sobre el electrocardiograma se hacen las mediciones de frecuencia cardíaca y se aprecian las anomalías antes mencionadas en casos patológicos.

Existen algunas variantes en el modo de obtención de la actividad eléctrica intraesfuerzo: por medio de electrodos torácicos (derivación bipolar transtorácica que coloca el negativo en V6R y el positivo en V5); otros utilizan las derivaciones ortogonales de Frank X, Y y Z. Nosotros preferimos emplear las doce derivaciones clásicas con las precordiales modificadas de tal forma que resultan torácicas bipolares.

Esto se logra conectando al paciente por medio de una llave selectora diseñada al efecto. Los electrodos correspondientes a piernas derecha e izquierda se colocan respectivamente en las espinas ilíacas posterosuperiores homólogas, con el objeto de obtener un trazado aceptable del plano frontal durante el ejercicio.

El motivo de utilizar este sistema electrocardiográfico reside en el hecho de obtener información en los planos frontal y horizontal y así poder registrar aquellos vectores isquémicos de dirección exclusivamente vertical o ántero-posterior (no menos del 10 %) sólo detectables con derivaciones múltiples.

A los fines diagnósticos y desde el punto de vista práctico no debemos aceptar pruebas que estén por debajo de los

150 latidos por minuto. Esta cifra coincide por lo general con el 85 % de la frecuencia cardíaca máxima teórica, calculada según las tablas existentes al efecto. De acuerdo a este tope arbitrario clasificamos las pruebas en suficientes (cuando alcanzan al mismo) e insuficientes (en caso contrario). Este aspecto sólo debe ser considerado en el caso de las pruebas negativas y dudosas.

Otro dato que puede ser obtenido es la medición del consumo de oxígeno en el período de máximo esfuerzo. Este parámetro se expresa como VO<sub>2</sub> máximo en cc de oxígeno/min. Su importancia reside en el hecho de que se pueden homologar diferentes actividades tomando como base este parámetro.

Es nuestra creencia que si este valor no se determina la asunción del mismo en función de carga, frecuencia cardíaca, y peso corporal puede llevar a cometer errores significativos.

Existen diferentes grados de aptitud para el pedaleo en bicicleta ergométrica en distintos sujetos de la misma edad, lo que da como resultado que el consumo de oxígeno máximo (VO<sub>2</sub> máx.) sea significativamente diferente para la carga máxima alcanzada por ellos.

La mismo puede decirse para el ejercicio hecho por el mismo sujeto en banda y bicicleta ergométricas; según el grado de entrenamiento para la marcha o el ciclismo ese individuo tendrá consumos máximos de oxígeno para km/h o kg/min dependientes de aquél.

Sólo la medición exacta y no asumida del consumo de oxígeno nos permite entonces homologar diferentes actividades.

En la práctica este parámetro no se mide; por lo tanto nosotros sugerimos manejar los valores de frecuencia cardíaca, presión arterial y carga alcanzada en la bicicleta (o velocidad y pendiente en la banda ergométrica) para definir la respuesta de un sujeto dado ante un esfuerzo.

Según que aparezcan alteraciones del segmento ST en el electrocardiograma y/o dolor durante el transcurso de la prueba la clasificamos en la siguiente forma:

1. Prueba positiva por ST y por angor: es la que se detiene por dolor anginoso \* \* \* y el electrocardiograma muestra un ST isquémico de 2 mm o más. Exigimos

que el dolor tenga cierta intensidad, de modo tal que si otorgamos el valor \* \* \* \* a una crisis espontánea de angor, éste debe llegar en la prueba a un valor \* \* \*.

2. Prueba positiva por ST: cuando se detiene por agotamiento, no hay dolor anginoso y el ST tiene un desnivel isquémico de 2 mm o más.
3. Prueba positiva por angor: cuando se detiene por angor \* \* \* sin desarrollar ST isquémico. Ratificamos la positividad exigiendo que al repetir el esfuerzo el dolor se presente con un producto de la frecuencia cardíaca y tensión arterial similares.
4. Prueba negativa: en la que el paciente se detiene por agotamiento, alcanza los 150 latidos por minuto y no tiene dolor ni ST isquémico.
5. Prueba dudosa: es cuando el paciente se agota luego de alcanzar la frecuencia de 150 latidos y el ST se encuentra entre 1 y 1,9 mm.

La interpretación de un estudio ergométrico con esta clasificación de resultados está dirigida especialmente al diagnóstico de enfermedad coronaria.

La aparición de signos o síntomas diferentes a los mencionados (ST y angor) los hemos agrupado con la denominación de respuesta anormal al ejercicio por carecer de especificidad diagnóstica para enfermedad coronaria y son: arritmias, sobreelevación del segmento ST, trastornos de conducción eléctrica, soplos o ruidos patológicos, comportamiento anómalo de la tensión arterial, mareos, disnea desproporcionada al esfuerzo, etc.

Una prueba positiva por ST y por angor, reuniendo dos consecuencias de la isquemia de miocardio, nos brinda la posibilidad de detectar lesión o lesiones coronarias significativas (70 % de su luz obstruida o más) en prácticamente el 99 % de los casos.

Un estudio positivo por desnivel isquémico del segmento ST nos ofrece un margen del 93 % de certeza para afirmar lesiones coronarias. Cuando la prueba es positiva por angor este porcentaje baja al 86 %.

En consecuencia, la más alta confiabilidad diagnóstica de enfermedad coronaria corresponde a las pruebas positi-

vas por ST y angor o ST sólo. El último lugar lo ocupan las pruebas positivas por angor, ya que la interpretación subjetiva del síntoma como elemento único tiene mayor margen de error.

Cuando el desnivel del segmento ST está entre 1 y 1,9 mm (dudoso) el estudio pierde valor discriminativo, encontrándose en las correlaciones cineangiocoronariográficas la misma cantidad de coronariopatías que de vasos sanos. Con esta prueba que denominamos dudosa hemos caracterizado una tierra de nadie, donde el estudio no discrimina entre enfermos y sanos y por ende atribuye mayor sensibilidad a las pruebas positivas y negativas.

A estas conclusiones hemos arribado después de correlacionar 250 pruebas ergométricas (seleccionadas de una serie de 4.000) con los resultados de la cinecoronariografía.

Luego de las consideraciones anteriores, comentaremos brevemente la metodología de prueba empleada por nuestro grupo de trabajo utilizando bicicleta esgométrica y esbozada exclusivamente con fines diagnósticos.

1. Se efectúa una breve pero precisa historia clínica del paciente.

2. Previo ayuno de 4 horas se registra un electrocardiograma en decúbito dorsal para ser comparado con los previos, y otro en posición sentada con la doble finalidad de tener un control de derivaciones similares a las que se van a obtener en la bicicleta y poder pesquisar fenómenos de tipo ortostático.

3. El sujeto es pasado a la bicicleta en donde se determina su tensión arterial.

4. Se comienza el pedaleo sin carga

para efectuar un precalentamiento, controlándose el electrocardiograma cada minuto y la tensión arterial al finalizar los tres minutos.

5. El estudio se continúa con cargas crecientes de 150 kg/min cada tres minutos sin períodos de descanso intermedio hasta que el paciente se agote o surja algún factor limitante.

6. Una vez detenida la prueba el control post-esfuerzo se continúa hasta que la frecuencia cardíaca y tensión arterial retornen a cifras similares a las basales.

Para realizar este estudio los pacientes deben estar libres de drogas cardio o tensioactivas y se deben descartar todas las posibilidades que puedan falsear los cambios del segmento ST, como son la hiperventilación, hipertrofias ventriculares, miocardiopatías, valvulopatías.

Consideramos *contraindicación absoluta* para la realización de este tipo de estudio el infarto agudo de miocardio, el síndrome intermedio, insuficiencia cardíaca descompensada, antecedente muy cercano de edema agudo de pulmón, embolia de pulmón reciente, estados infecciosos y alteraciones metabólicas agudas, electrocardiogramas evolutivos y valvulopatías severas.

En síntesis, nos encontramos ante una técnica incruenta sencilla en su realización y que nos provee datos sobre el funcionamiento cardiovascular en situaciones de sobrecarga.

Nos vemos en la obligación de recordar que el estudio posee limitaciones diagnósticas y que por lo tanto, los datos de él obtenidos deben ser incorporados a la historia clínica del paciente para su cabal interpretación.